第 37 卷 第 1 期　　昆 虫 学 报　　Vol. 37, No. 1
1994 年 2 月　　ACTA ENTOMOLOGICA SINICA　　Feb., 1994

# 二齿新蚤和方形黄鼠蚤松江亚种侵袭与离开宿主习性的实验研究

马 立 名
(吉林省地方病第一防治研究所,白城 137000)

**摘要** 本文对二齿新蚤和方形黄鼠蚤松江亚种侵袭与离开宿主的习性进行了实验研究,结果:(1) 蚤攻击宿主距离平均在 2cm 以内,最大攻击距离不超过 10cm。在有效侵袭范围内,蚤与宿主距离近时较距离远时吸血蚤数增多。(2) 蚤对宿主的侵袭程度雌蚤大于雄蚤,繁殖蚤大于新羽化蚤,二齿新蚤大于方形黄鼠蚤松江亚种,对小白鼠大于对达乌尔黄鼠。(3) 宿主死后一定时间内,仍有部份蚤侵袭其尸体。死亡时间越长侵袭蚤数越少,呈 $\log\hat{Y} = a - b\log X$ 型曲线。(4) 蚤离开宿主时间呈偏态分布,温度越高偏态分布越明显。蚤离开死鼠和离开活鼠所需时间很接近。二齿新蚤和方形黄鼠蚤松江亚种离开宿主时间几乎相同。二种蚤离开宿主平均时间与环境温度呈负相关,且呈曲线关系。

**关键词** 二齿新蚤　方形黄鼠蚤松江亚种　侵袭宿主　离开宿主

蚤通过侵袭宿主吸血后离开宿主,再侵袭新宿主传播疾病,因此对蚤侵袭宿主与离开宿主习性的研究,具有重要医学意义。本文对二齿新蚤 *Neopsylla bidentatiformis* (Wagner, 1893) 和方形黄鼠蚤松江亚种 *Citellophilus tesquorum sungaris* (Jordan, 1929) 的这些习性进行实验观察。

## 方　　法

### 1. 蚤侵袭宿主与距离的关系

实验一。蚤攻击宿主距离。实验在恒温恒湿室 5—35℃ 内进行,每 10 度为一等级。蚤分繁殖蚤和新羽化蚤。繁殖蚤是羽化后常规饲养 10 天,选择消化道内血液已消化尽的蚤。新羽化蚤为羽化后24小时内,尚未吸血和繁殖的蚤。部份蚤使在小白鼠身上吸血,选其饱血者;另部份不吸血,处饥饿状态。攻击的宿主为死和活的小白鼠。死鼠是处死后 10 小时的鼠,实验前于实验温度下置 1 小时。将蚤放白纸上,宿主放蚤后方或侧方,距蚤约 20cm,逐步向蚤移近,每次移 0.5cm,停留 1 分钟,直至蚤攻击宿主为止。测量蚤攻击宿主距离。每组以攻击蚤 100 只为准,不攻击者不计。每次实验 10 只,重复 10 次,每只蚤仅试验 1 次。计算攻击距离中位数,记录最大攻击距离。

实验二。5—40℃,每 5 度为一等级。实验湿度,二齿新蚤 90±5%,方形黄鼠蚤松江亚种 70±5%。选大小二种玻璃缸。小缸直径约 9cm,刚能平放 1 只小白鼠,蚤与宿主距离近。大缸直径约 30cm,蚤与宿主距离远。用血液已消化尽的繁殖蚤实验。每组蚤 400 只,雄雌各半,每次 20 只,重复 10 次。蚤放入缸内,使在缸底均匀分布。再将小白鼠

本文于 1991 年 6 月收到。

固定，放缸底中间。暗置 1 小时，将鼠体和缸内蚤捡出，显微镜下检查吸血蚤数计算百分率。

**2. 蚤侵袭宿主与几种因素的关系**

温度 5—35℃，每 5 度为一等级。湿度同前。宿主为小白鼠 和达乌尔黄鼠 *Citellus dauricus* Brandt。蚤放玻璃缸中，实验动物固定，置实验环境中半小时，后将动物平放蚤缸中，暗置 1 小时，检查鼠体和缸中蚤数，计算鼠体蚤百分率。小白鼠缸直径 9cm，黄鼠缸直径 18cm。按不同宿主，蚤种，性别及繁殖蚤和新羽化蚤分组。每组在每种温度下试验蚤 200 只，每次 20 只，重复 10 次。各温度实验结果相同，因此将 7 种温度实验数据合并，即实验总蚤数 1400 只。

**3. 蚤侵袭宿主尸体与宿主死亡时间的关系**

温度为 5，25 和 35±1℃。在大玻璃缸底铺一层锯木屑，二齿新蚤缸内放蚤 1000 只，方形黄鼠蚤松江亚种缸内放蚤 2000 只，用小白鼠常规饲养。试验前将玻璃缸置实验温度下，取出饲养鼠，鼠身上蚤放回缸内。试验小白鼠处死，放实验温度下，分别经过 1、2、3、4、5、6、10 和 15 小时，放缸中间，黑暗停留 5 分钟，取出鼠尸捡蚤。不同温度和宿主不同死亡时间各试验 10 次，计算鼠尸上蚤数均值。

**4. 蚤离开宿主的活动**

数只小白鼠固定，放养蚤缸中一昼夜，一半鼠处死，另一半仍活体固定。单只放粘蚤纸中央的布上。布土黄色，大小以刚能托住小白鼠为准。置各种温度恒温箱中，保持黑暗，蚤离开鼠体便被粘住。每小时检查 1 次离开鼠体蚤数，直至全部离开为止。温度 5—40℃，每 5 度为一等级。每组观察鼠 10 只。

## 结　　果

**1. 蚤侵袭宿主与距离的关系**

表 1 表明无论繁殖蚤或新羽化蚤，雄或雌蚤，饱血或饥饿蚤，攻击距离中位数均在 2cm 以内，最大攻击距离也不超过 10cm。攻击距离，多数组二齿新蚤大于方形黄鼠蚤松江亚种，繁殖蚤大于新羽化蚤，高温下大于低温下，对活鼠大于对死鼠。雄和雌蚤，饱血和饥饿蚤，攻击距离看不出差别。多数蚤攻击宿主一次跳上，少数蚤数次跳上，个别爬上。

大小不同玻璃缺内吸血蚤百分率见图 1。各温度下，小缸吸血蚤百分率均明显高于大缸，即近距离者明显高于远距离。卡方测验均为 $P < 0.01$，差异非常显著。35±1℃ 以下，大缸吸血蚤百分率随温度增高而上升。吸血蚤百分率与温度相关系数，二齿新蚤 $r = 0.97$，方形黄鼠蚤松江亚种 $r = 0.96$，均明显相关。小缸看不出这种关系。

**2. 蚤侵袭宿主与几种因素的关系**

表 2 表明宿主身上雌蚤多于雄蚤，繁殖蚤多于新羽化蚤，二齿新蚤多于方形黄鼠蚤松江亚种，侵袭小白鼠多于侵袭达乌尔黄鼠，卡方测验均为 $P < 0.01$ 或 $P < 0.05$，差异非常显著或显著。

**3. 蚤侵袭宿主尸体与宿主死亡时间的关系**

图 2 示鼠死后一定时间，仍有部份蚤侵袭其尸体。死亡时间越长侵袭蚤数越少。侵袭蚤数与宿主死亡时间的关系呈 $\log \hat{Y} = a - b\log X$ 型曲线。温度越高侵袭蚤数越多。

表1 蚤攻击小白鼠距离（cm）

| | | 温度(±1℃) | 二齿新蚤 | | | | | | | | 方形黄鼠蚤松江亚种 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | ♂ | | | | ♀ | | | | ♂ | | | | ♀ | | | |
| | | | 饱血 | | 饥饿 | | 饱血 | | 饥饿 | | 饱血 | | 饥饿 | | 饱血 | | 饥饿 | |
| | | | 攻击距离中位数 | 最大攻击距离 | 攻击距离中位数 | 最大攻击距离 | 攻击距离中位数 | 最大攻击距离 | 攻击距离中位数 | 最大攻击距离 | 攻击距离中位数 | 最大攻击距离 | 攻击距离中位数 | 最大攻击距离 | 攻击距离中位数 | 最大攻击距离 | 攻击距离中位数 | 最大攻击距离 |
| 攻击活鼠 | 繁殖蚤 | 5 | 1.89 | 7.00 | 1.75 | 9.00 | 1.85 | 10.00 | 1.63 | 7.00 | 0.88 | 4.00 | 0.61 | 5.00 | 0.63 | 5.00 | 0.45 | 4.00 |
| | | 15 | 1.53 | 7.00 | 1.38 | 7.00 | 1.25 | 7.00 | 1.25 | 10.00 | 0.95 | 6.00 | 1.00 | 10.00 | 0.95 | 7.00 | 0.91 | 10.00 |
| | | 25 | 1.21 | 6.00 | 1.21 | 7.00 | 1.18 | 6.00 | 1.21 | 7.00 | 0.88 | 6.00 | 0.77 | 7.00 | 0.85 | 6.00 | 0.77 | 6.00 |
| | | 35 | 1.27 | 6.00 | 1.05 | 6.00 | 1.22 | 5.00 | 1.09 | 4.00 | 0.54 | 4.00 | 0.58 | 5.00 | 0.65 | 3.00 | 0.45 | 5.00 |
| | 新羽化蚤 | 5 | 0.49 | 4.00 | 0.46 | 3.00 | 0.58 | 3.00 | 0.52 | 7.00 | 0.27 | 1.00 | 0.31 | 3.00 | 0.31 | 2.00 | 0.30 | 2.00 |
| | | 15 | 0.65 | 3.00 | 0.60 | 3.00 | 0.81 | 5.00 | 0.40 | 5.00 | 0.38 | 4.00 | 0.29 | 2.00 | 0.42 | 2.00 | 0.34 | 4.00 |
| | | 25 | 0.83 | 5.00 | 0.57 | 4.00 | 0.77 | 4.00 | 0.45 | 6.00 | 0.70 | 6.00 | 0.47 | 3.00 | 0.49 | 5.00 | 0.45 | 4.00 |
| | | 35 | 1.07 | 5.00 | 0.68 | 5.00 | 1.08 | 6.00 | 0.91 | 6.00 | 0.85 | 5.00 | 0.63 | 5.00 | 0.70 | 8.00 | 0.54 | 5.00 |
| 攻击死鼠 | 繁殖蚤 | 5 | 0.30 | 2.00 | 0.28 | 2.00 | 0.28 | 5.00 | 0.28 | 1.00 | 0.27 | 2.00 | 0.26 | 5.00 | 0.29 | 1.00 | 0.27 | 6.00 |
| | | 15 | 0.31 | 7.00 | 0.30 | 2.00 | 0.29 | 2.00 | 0.28 | 1.00 | 0.28 | 1.00 | 0.31 | 2.00 | 0.30 | 2.00 | 0.34 | 2.00 |
| | | 25 | 0.45 | 4.00 | 0.46 | 4.00 | 0.38 | 5.00 | 0.36 | 4.00 | 0.42 | 6.00 | 0.37 | 6.00 | 0.34 | 6.00 | 0.31 | 6.00 |
| | | 35 | 0.98 | 6.00 | 0.81 | 5.00 | 0.79 | 5.00 | 0.73 | 5.00 | 0.79 | 6.00 | 0.52 | 7.00 | 0.65 | 7.00 | 0.68 | 7.00 |
| | 新羽化蚤 | 5 | 0.32 | 2.00 | 0.32 | 1.00 | 0.40 | 5.00 | 0.37 | 3.00 | 0.32 | 4.00 | 0.30 | 4.00 | 0.28 | 0.50 | 0.30 | 0.50 |
| | | 15 | 0.34 | 3.00 | 0.29 | 2.00 | 0.44 | 4.00 | 0.31 | 2.00 | 0.38 | 2.00 | 0.52 | 6.00 | 0.71 | 3.00 | 0.40 | 5.00 |
| | | 25 | 0.45 | 5.00 | 0.41 | 4.00 | 0.42 | 3.00 | 0.39 | 5.00 | 0.47 | 5.00 | 0.44 | 4.00 | 0.39 | 8.00 | 0.37 | 8.00 |
| | | 35 | 0.81 | 7.00 | 0.77 | 7.00 | 0.73 | 6.00 | 0.57 | 6.00 | 0.83 | 7.00 | 0.74 | 6.00 | 0.82 | 7.00 | 0.83 | 6.00 |

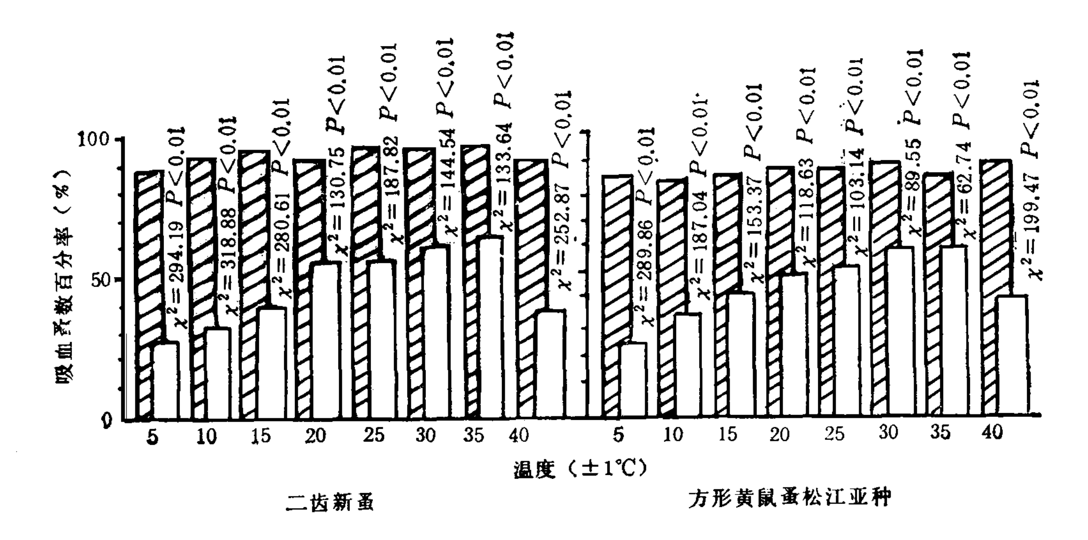



图 1　蚤与小白鼠距离不同时吸血比较

▨ 近距离（小玻璃缸）　▯ 远距离（大玻璃缸）

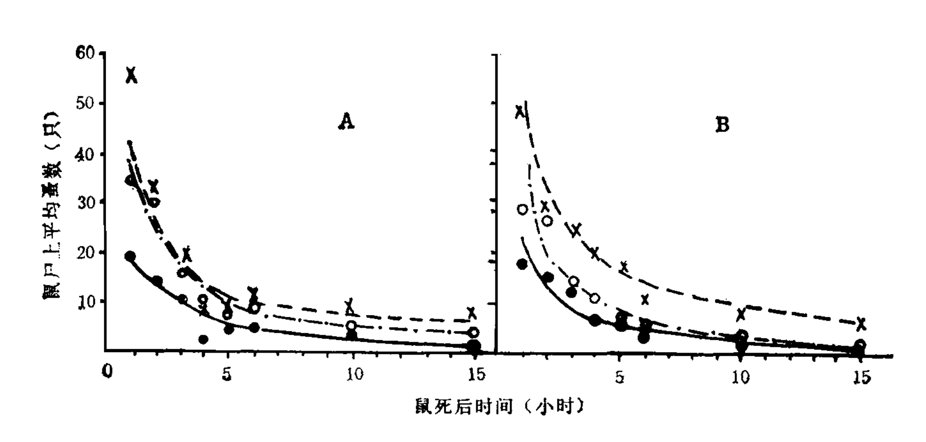



图 2　侵袭小白鼠尸体蚤数与鼠死亡时间的关系

A. 二齿新蚤

—— ○　5±1℃，$\log(\hat{Y}+5)=1.35-0.53\log X$

—·— ●　25±1℃，$\log\hat{Y}=1.56-0.79\log X$

---×　35±1℃，$\log(\hat{Y}-5)=1.57-1.19\log X$

B. 方形黄鼠蚤松江亚种

—— ○　5±1℃，$\log\hat{Y}=1.36-1.12\log X$

—·— ●　25±1℃，$\log\hat{Y}=1.57-1.13\log X$

---×　35±1℃，$\log\hat{Y}=1.70-0.76\log X$

### 4. 蚤离开宿主的活动

二种蚤离开死鼠与活鼠时间，在 20—40℃ 时，大部于观察的第 1—2 小时内离开鼠体；5—15℃ 时，大部于1—2昼夜内离开鼠体。不同时间离开鼠体的蚤数呈偏态分布，温度越高偏态分布越明显(图 3)。蚤离开鼠体最迟时间，由 40℃ 时的 1—2 小时直至 5℃ 时的 10 余日(表 3)。由表 3 看出，各种温度下，离开死鼠和离开活鼠所需时间很接近，用 Wilcoxon Mann and Whitney 法进行显著性测验，均为 $u<1.96$，$P>0.05$，差异不显著。证明蚤离开宿主速度与宿主死活无关。无论用死鼠或活鼠试验，各种温度下二种蚤

**表 2 二齿新蚤和方形黄鼠蚤松江亚种侵袭宿主程度比较**

| | | 二齿新蚤侵袭小白鼠 | | 方形黄鼠蚤松江亚种侵袭小白鼠 | | 二齿新蚤侵袭达乌尔黄鼠 | | 方形黄鼠蚤松江亚种侵袭达乌尔黄鼠 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 体表蚤数（只） | 体表蚤数占实验蚤数百分率（%） | 体表蚤数（只） | 体表蚤数占实验蚤数百分率（%） | 体表蚤数（只） | 体表蚤数占实验蚤数百分率（%） | 体表蚤数（只） | 体表蚤数占实验蚤数百分率（%） |
| 繁殖蚤 | ♂ | 1250 | 89.29±0.83 | 809 | 57.79±1.32 | 934 | 66.71±1.26 | 656 | 46.86±1.33 |
| | ♀ | 1286 | 91.86±0.73 | 864 | 61.71±1.30 | 1104 | 78.86±1.09 | 746 | 53.29±1.33 |
| 新羽化蚤 | ♂ | 1008 | 72.00±1.20 | 293 | 20.93±1.09 | 843 | 60.21±1.31 | 199 | 14.21±0.93 |
| | ♀ | 1088 | 77.71±1.11 | 406 | 29.00±1.21 | 967 | 69.07±1.24 | 311 | 22.21±1.11 |

**表 3 蚤离开小白鼠时间比较**

| | 温度（±1℃） | 二齿新蚤 | | | 方形黄鼠蚤松江亚种 | | | 二种蚤比较 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 观察蚤数（只） | 蚤离开鼠体时间中位数（小时） | 蚤离开鼠体最迟时间（小时） | 观察蚤数（只） | 蚤离开鼠体时间中位数（小时） | 蚤离开鼠体最迟时间（小时） | |
| 死鼠 | 5 | 243 | 11.73 | 284 | 114 | 10.80 | 276 | $u=1.61$ $P>0.05$ |
| | 10 | 222 | 6.11 | 179 | 150 | 6.50 | 171 | $u=1.64$ $P>0.05$ |
| | 15 | 156 | 4.57 | 149 | 135 | 4.71 | 145 | $u=0.23$ $P>0.05$ |
| | 20 | 302 | 1.79 | 72 | 192 | 1.43 | 69 | $u=1.65$ $P>0.05$ |
| | 25 | 175 | 1.70 | 48 | 131 | 1.04 | 48 | $u=0.60$ $P>0.05$ |
| | 30 | 114 | 1.62 | 28 | 184 | 0.96 | 28 | $u=1.06$ $P>0.05$ |
| | 35 | 318 | 0.61 | 26 | 148 | 0.57 | 26 | $u=0.89$ $P>0.05$ |
| | 40 | 198 | 0.51 | 2 | 188 | 0.51 | 2 | $u=0.06$ $P>0.05$ |
| 活鼠 | 15 | 209 | 5.33 | 158 | 132 | 4.85 | 151 | $u=1.02$ $P>0.05$ |
| | 20 | 423 | 2.15 | 67 | 117 | 1.75 | 71 | $u=1.67$ $P>0.05$ |
| | 25 | 104 | 1.88 | 48 | 120 | 0.88 | 48 | $u=1.79$ $P>0.05$ |
| | 30 | 192 | 0.87 | 33 | 108 | 0.82 | 32 | $u=0.23$ $P>0.05$ |
| | 35 | 168 | 0.53 | 20 | 106 | 0.52 | 20 | $u=0.21$ $P>0.05$ |
| | 40 | 116 | 0.50 | 1 | 116 | 0.50 | 1 | $u=0$ $P>0.05$ |
| 死鼠与活鼠比较 | 15 | $u=1.30$ $P>0.05$ | | | $u=0.02$ $P>0.05$ | | | |
| | 20 | $u=0.56$ $P>0.05$ | | | $u=0.95$ $P>0.05$ | | | |
| | 25 | $u=0.44$ $P>0.05$ | | | $u=1.09$ $P>0.05$ | | | |
| | 30 | $u=1.86$ $P>0.05$ | | | $u=0.60$ $P>0.05$ | | | |
| | 35 | $u=1.74$ $P>0.05$ | | | $u=0.79$ $P>0.05$ | | | |
| | 40 | $u=0.22$ $P>0.05$ | | | $u=0.11$ $P>0.05$ | | | |

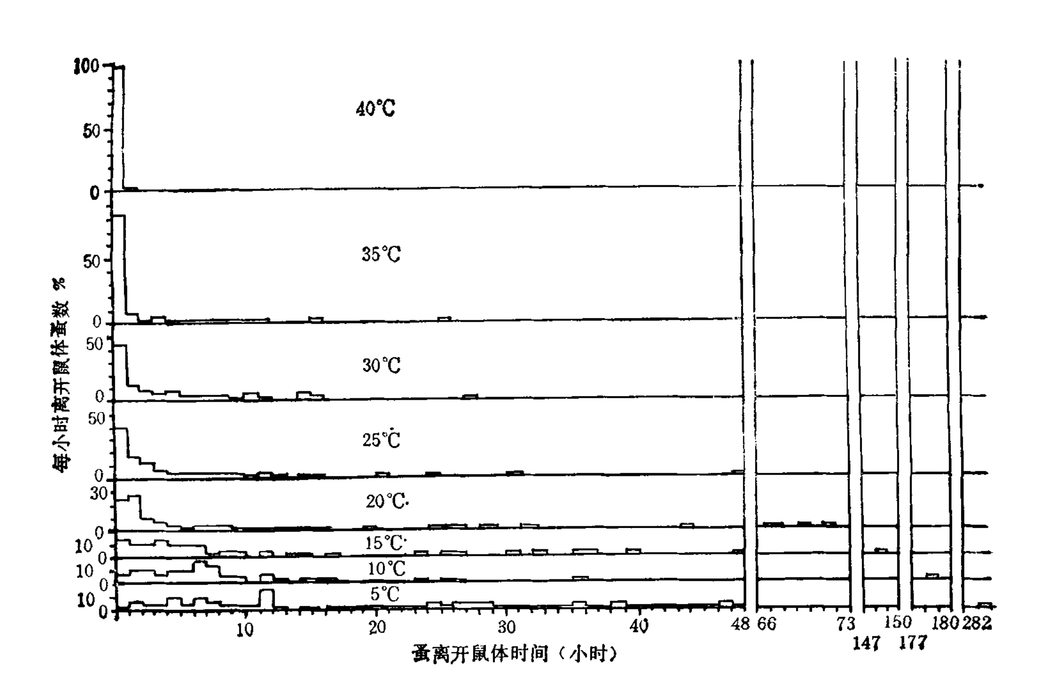



图 3　二齿新蚤离开死亡小白鼠尸体蚤数的时间分布

离开鼠体时间几乎相同，显著性测验均为 $u < 1.96$，$P > 0.05$，差异不显著。证明蚤离开宿主速度与蚤种无关。将二种蚤离开死鼠和活鼠时间中位数与环境温度用 Spearman 法计算相关系数，均为 $r_s = -1$，呈负相关。证明蚤离开宿主温度越高越快，温度越低越慢。而且温度越低，时间延长的幅度越大，即呈曲线关系。

## 讨　　论

**1.**　二种蚤攻击宿主距离很近，依靠本身活动不能找到新宿主。如在野外宿主死于地面上，又无其他动物拖食尸体，其身上的蚤只能死亡。而留在洞内的蚤，当某些动物窜洞时，便是寻找新宿主最好机会。

蚤跳到宿主附近时才能攻击宿主。温度升高会增强蚤活动，增加攻击机会，所以大玻璃缸中吸血蚤随温度的升高而增加。由此推测，在自然界鼠巢内蚤并不是都有吸血机会，很多蚤位于攻击距离之外，需活动到攻击距离之内才有机会吸血。宿主在巢内活动较多时，亦会增加蚤攻击宿主机会。

**2.**　蚤对宿主侵袭程度，繁殖蚤大于新羽化蚤，雌蚤大于雄蚤，这些都有利于繁殖雌蚤摄取营养，产生后代。

**3.**　宿主死后，其对蚤的吸引力并不立即消失，而是逐渐消失。所以宿主死后一定时间内仍有蚤侵袭尸体，但侵袭蚤数大大减少，攻击距离明显缩短。这样，宿主尸体就可在一定时间内保存其寄生蚤。

**4.**　一般认为，蚤在活鼠身上不易离开，而鼠死后由于体温下降，蚤便很快离开。实际这是人们的错觉。常见的死鼠多在地面上，蚤离开鼠尸后再无新的蚤补充，因此蚤很快

消失。而活鼠寄生蚤虽亦像死鼠蚤那样很快离开鼠体，但它可随时进入洞中补充新的蚤，因此体表蚤数相对稳定，人们看不到蚤数减少。

活鼠本身的活动，可将蚤带至很远地方，活鼠体蚤又可随时离开鼠体，因而活鼠体蚤在动物间的传播比死鼠体蚤更快更远，更具有流行病学意义。

本文试验的死鼠体上的蚤，离开尸体后即不能再回到尸体上。而死于野外地面上的鼠尸上的蚤，离开尸体后，如感到环境不适，还可跳回尸体。因此，野外地面上的鼠尸保留蚤的时间，要长于本文试验。

从本文实验结果可推测，温度较高地区和季节，蚤离开鼠体较快；温度较低地区和季节蚤离开鼠体较慢。作者在青海和甘肃高原地区，曾观察到旱獭寄生蚤离开獭体很慢，死于野外地面上的獭尸能将蚤保留很长时间。 Гаузштейн 和 Куницкий (1964) 曾报道，沙鼠客蚤 *Xenopsylla gerbilli* (Wagner, 1903) 和粗鬃客蚤 *Xenopsylla hirtipes* Rothschild, 1913 夏季离开沙土鼠体较春季为快。本文可解释自然界的这些现象。

## 参 考 文 献

Гаузштейн Д. М. и В. Н. Куницкий 1964 О видовом составе блох на птицах Южного Прибалхашья в связи с возможным участием птиц в рассеивании чумной инфекции. *Зоол. Ж.* **43**(10): 1473—9.

# LABORATORY STUDIES ON FLEAS *NEOPSYLLA BIDENTATIFORMIS* AND *CITELLOPHILUS TESQUORUM SUNGARIS* ATTACKING AND LEAVING FROM HOSTS

Ma Li-ming

*(First Institute of Endemic Disease Research of Jilin Province, Baicheng* 137000)

1. The average distance for fleas *Neopsylla bidentatiformis* and *Citellophilus tesquorum sungaris* to attack their hosts is less than 2 cm; the greatest distance does not exceed 10cm. Within effective attacking range, the number of blood sucking fleas is greater at short distance from their hosts than at long distance.

2. The frequency of host attack is higher in female fleas than in male, in sexually mature fleas than in newly emerged, in *Neopsylla bidentatiformis* than in *Citellophilus tesquorum sungaris*, and on *Mus musculus* than on *Citellus fauricus*.

3. Within certain time after death of the host, a few fleas still ($r$) attack its corpse. As the death time ($x$) prolonged the attacking fleas became fewer, and the relation may be expressed by the curve $\log \hat{Y} = a - b \cdot \log X$.

4. The time for fleas leaving from the host falls into a curve of partial distribution which becomes more distinct when the temperature is higher. The rate for fleas leaving from the live host is as quick as from the dead host and it is almost identical for the two flea species. The average time for fleas to leave from their hosts is negatively correlated to environmental temperature.

**Key words** *Neopsylla bidentatiformis*——*Citellophilus tesquorum sengaris*——host attack——leaving form host